

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171708

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/06

(21)Application number : 10-368541

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 09.12.1998

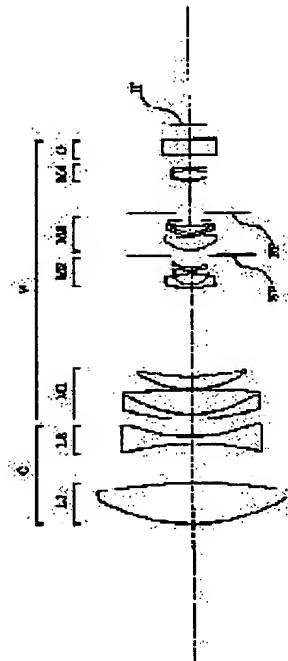
(72)Inventor : HAMANO HIROYUKI

(54) CONVERTER LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a teleconverter which is attached to the front of a photographing system so as to extend the focal distance of an entire photographing system to the longer one and where chromatic aberration is compensated.

SOLUTION: This converter lens is attached to the front on the optical axis of a lens system so as to change the focal distance of the entire lens system. The converter has two lenses, that is, a 1st positive lens and a 2nd negative lens and at least one diffraction optical element surface, and satisfies a condition $1.25 < f_1/f_2 < 2.5$ assuming that the focal distances of the 1st and the 2nd lenses are f_1 and f_2 , respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the converter lens to which the method of the optical-axis kickback of a lens system is equipped, and the focal distance of the whole lens system is changed. The 1st lens forward in this converter, and two lenses of the 2nd negative lens, The converter lens characterized by satisfying the conditions which become $1.25 < |f_1 - f_2| < 2.5$ when it has at least one diffracted-light study component side and the focal distance of this 1st lens and the 2nd lens is respectively set to f_1 and f_2 .

[Claim 2] Said diffracted-light study component side is a converter lens according to claim 1 characterized by having a configuration symmetrical with rotation to an optical axis.

[Claim 3] Said diffracted-light study component side is a converter lens according to claim 1 or 2 characterized by having forward refractive power.

[Claim 4] Said diffracted-light study component side is a converter lens according to claim 1 or 2 characterized by being prepared in said 1st forward lens.

[Claim 5] Said diffracted-light study component side is a converter lens according to claim 1 or 2 characterized by being prepared in the 2nd negative lens.

[Claim 6] Said diffracted-light study component side is the converter lens of any 1 term of claims 1-5 characterized by consisting of the configuration more than two-layer [which consists of one layer or the quality of the material from which distribution differs mutually].

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable converter lens for the video camera which has improved chromatic aberration sharply to the conventional converter especially, an electronic "still" camera, a silver salt photographic camera, etc. about the converter lens which it equips [converter lens] ahead of a lens system and carries out the variation rate of the focal distance of the whole lens system to the longer one or the shorter one.

[0002]

[Description of the Prior Art] The tele converter lens (tele converter) of the frontal system which it equips [frontal system] ahead of a taking lens and changes the focal distance of the whole system to a long focal distance side conventionally is proposed by JP,55-32046,A.

[0003] In many cases, only the sum of the focal distance of both the lens group separates principal point spacing, and arranges two lens groups, the pre-group which has forward refractive power, and the back group which has negative refractive power, and the tele converter constitutes the afocal system as the whole system. Therefore, as easiest lens system, it can constitute from two lenses, forward and negative refractive power. However, in order to obtain high optical-character ability, with the configuration of two lenses, it is difficult on aberration amendment.

[0004] On the other hand, the proposal which applies a diffracted-light study component to image pick-up optical system is made as an approach of controlling generating of chromatic aberration in recent years. For example, in JP,4-213421,A, the narrow-field telescope which aimed at reduction of chromatic aberration by applying a diffracted-light study component is indicated. Moreover, in JP,7-311346,A, the zoom telescope which applied the diffracted-light study component side to the afocal telescope is indicated.

[0005] In addition, in JP,6-324262,A, the telephoto lens with which the about [f number F2.8] chromatic aberration which consisted of a diffracted-light study component with the forward refractive power of at least one sheet, a dioptrics component with the forward refractive power of at least one sheet, and a dioptrics component with the negative refractive power of at least one sheet was amended comparatively good is indicated. Moreover, a diffracted-light study component and a dioptrics component are similarly combined for JP,6-331887,A, and chromatic aberration is indicating the about [f number F2.8] telephoto lens amended comparatively good.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it is necessary to strengthen the refractive power of each lens group in order to miniaturize optical system, gathering an afocal scale factor in a tele converter, it becomes difficult in this case to fully amend the aberration generated by each lens group.

[0007] This invention has two lenses, the 1st lens and the 2nd lens, among these introduces a diffraction optical surface into at least one lens side, is compounding a diffracted-light study-operation and the achromatism effectiveness of refractive media, and aims at offer of the converter lens which heightened the amendment effectiveness of the chromatic aberration especially in near a tele edge.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Converter lens of this invention (1-1), it is the converter lens to which the method of the optical-axis kickback of a lens system is equipped, and the focal distance of the whole lens system is changed. The 1st lens forward in this converter, and two lenses of the 2nd negative lens. When it has at least one diffracted-light study component side and the focal distance of this 1st lens and the 2nd lens is respectively set to f1 and f2, it is $1.25 < |f1/f2| < 2.5$. -- (1)

It is characterized by satisfying the becoming conditions.

[0009] Especially (1-1-1), Said diffracted-light study component side should have a configuration symmetrical with rotation to an optical axis.

(1-1-2) Said diffracted-light study component side should have forward refractive power.

(1-1-3) Said diffracted-light study component side should be established in said 1st forward lens.

(1-1-4) Said diffracted-light study component side should be established in the 2nd negative lens.

(1-1-5) It is characterized by said diffracted-light study component side consisting of the configuration more than two-layer [which consists of one layer or the quality of the material from which distribution differs mutually] etc.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is an important section schematic diagram when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the operation gestalt 1 of this invention. In this drawing, a converter lens (converter) and M are taking lenses, and C consists of the zoom lens. In addition, taking-lens M may be the lens system of a single focal distance.

[0011] The converter lens C of this operation gestalt is carrying out the optical operation as a tele converter lens to which the method of the optical-axis kickback of taking-lens M is equipped, and the variation rate of the focal distance of the whole system is carried out to the longer one. The converter lens C has the 1st lens L1 of refractive power forward [convex] in both the lens side, and the 2nd lens L2 of refractive power negative [concave] in both the lens side in order [side / body]. Taking-lens M has four lens groups of the 4th group M4 of forward refractive power which have the function of the both sides of the amendment function which amends the 1st group M1 of the forward refractive power of immobilization [in order] in the case of variable power and a focus, the 2nd group M2 of negative refractive power which has a variable power function, the 3rd group M3 of forward refractive power, and the image surface changed by variable power, and a focus function from the body side. SP extracts and FP is [glass blocks, such as a filter, and IP of a flare diaphragm and G] the image surfaces.

[0012] Abbreviation etc. spreads and makes principal point spacing of the 1st lens L1 and the 2nd lens L2 the sum of the

focal distance of the 1st lens L1 and the 2nd lens L2, and, thereby, the converter C of this operation gestalt constitutes the abbreviation afocal system as a whole.

[0013] With this operation gestalt, by introducing a diffracted-light study component side symmetrical with rotation into at least one lens side to an optical axis among the 1st lens or the 2nd lens, when a zoom lens is used especially as a taking lens, the tele edge has amended effectively the axial overtone aberration generated greatly.

[0014] With this operation gestalt, if such a diffracted-light study component side is used together with a refracting interface, since the attitude of chromatic aberration to the criteria wavelength which is also the refractive power of a same sign is hard flow, by the diffraction side and the refracting interface, the chromatic aberration generated in a refracting interface can be amended. Moreover, since such a diffracted-light study component side has big anomalous-scattering nature, it has usually bigger effectiveness than glass also about amendment of a secondary spectrum.

[0015] Although chromatic aberration, especially axial overtone aberration generally become large considerably in a tele edge when the tele converter has been arranged ahead of the main lens system, in this invention, it is introducing the diffracted-light study component side which has forward refractive power, and the chromatic aberration especially generated greatly by the conventional tele converter is amended effectively.

[0016] And he is trying for the ratio of the focal distance f1 of the 1st lens and the focal distance f2 of the 2nd lens to satisfy the above-mentioned conditional expression (1). Below at the minimum of conditional expression (1), there is no need to the extent that the scale factor as a tele converter introduces a diffracted-light study component small, and if an upper limit is exceeded conversely, amendment of other aberration, such as spherical aberration, will become difficult.

[0017] Although this operation gestalt showed the case where it applied to the taking lens of a camera, it does not limit to this, and the same effectiveness is acquired even if it uses it for the taking lens of a video camera, the image scanner of a business machine, the reader lens of a digital copier, etc.

[0018] The grid configuration of a diffracted-light study component side will diffract the incident ray in the direction of include-angle theta based on $P \sin \theta = m \lambda$, if P and wavelength are set to λ and it sets the order of diffraction to m for the period. The concrete structure of the grid configuration for acquiring a diffraction operation by the diffracted-light study component approximates a kino form mold, the binary mold which approximated continuous phase distribution stair-like, and very small period structure to a triangular wave configuration, and can apply the constituted serration mold.

[0019] The thing of 1 lamination of the kino form configuration of one layer shown in drawing 6 as a configuration of the diffracted-light study component used with this operation gestalt, the thing of the two-layer configuration which carried out the laminating of the two layers from which grid thickness as shown in drawing 8 differs (or it is the same), etc. are applicable.

[0020] Drawing 7 is the wavelength dependence property of the diffraction efficiency of the primary diffracted light of the diffracted-light study component 101 shown in drawing 6. The configuration of the actual diffracted-light study component 101 applies ultraviolet-rays hardening resin to the front face of a base material 102, and forms the layer 103 of the grid thickness d from which the diffraction efficiency of the primary diffracted light becomes 100% on the wavelength of 530nm at the resin section.

[0021] It falls as the diffraction efficiency of a design degree separates from the optimized wavelength of 530nm, and, on the other hand, the diffraction efficiency of the zero-order diffracted light of the degree near the design degree and the secondary diffracted light is increasing so that clearly [in drawing 7]. The increment in the diffracted lights other than the design degree serves as the flare, and leads to the fall of the resolution of optical system.

[0022] The wavelength dependence property of the diffraction efficiency of the primary diffracted light of the diffracted-light study component of the laminating mold which carried out the laminating of the two layers 104,105 shown in drawing 8 is shown in drawing 9.

[0023] in drawing 8 , it consists of ultraviolet-rays hardening resin ($nd=1.499$, $nud=54$) on a base material 102 --- 104 [layer / 1st] is formed and it consists of another ultraviolet-rays hardening resin ($nd=1.598$, $nud=28$) on it --- 105 [layer / 2nd] is formed. In the combination of this quality of the material, the grid thickness d1 of 104 is setting the 1st layer of the grid thickness d2 of $d1=18.8\text{micrometer}$ and the 2nd layer 105 to $d2=10.5\text{micrometer}$.

[0024] By making it the diffracted-light study component of a laminated structure so that drawing 9 may show, the diffraction efficiency of a design degree has 95% or more of high diffraction efficiency throughout operating wavelength.

[0025] In addition, not the thing that limits the quality of the material to ultraviolet-rays hardening resin but other plastics material etc. can be used as a diffracted-light study component of the above-mentioned laminated structure, and the 1st layer 104 may be formed in a direct base material depending on a base material. Moreover, each grid thickness does not necessarily need to differ, and as shown in drawing 10 depending on the combination of an ingredient, grid thickness of two layers 104 and 105 may be made equal.

[0026] In this case, since a grid configuration is not formed in the front face of a diffracted-light study component, it can excel in protection-against-dust nature, and the assembly-operation nature of a diffracted-light study component can be raised.

[0027] As mentioned above, with this operation gestalt, the diffracted-light study component of the symmetry of revolution is prepared in at least one lens side of the 1st lens and the 2nd lens to an optical axis, the phase is set up appropriately, and the chromatic aberration which this generates with the 1st lens and the 2nd lens is reduced.

[0028] The diffracted-light study component in this operation gestalt is manufactured in binary by the RISOGURAFIKU technique which is the manufacture technique of a holographic optical element (HOE). A diffracted-light study component may be manufactured by binary optics (BINARY OPTICS). In this case, in order to gather diffraction efficiency further, you may make it the configuration of the shape of a saw called kino form. Moreover, you may manufacture by molding by the direction manufactured by these approaches.

[0029] Moreover, the configuration of the diffracted-light study component in this operation gestalt is $C2i$ about a phase multiplier. ϕ when λ and distance from an optical axis are set to h and a phase is set to $\phi(h)$ for criteria wavelength (d line) ($h=2$) It is expressed with the formula of $\phi = \pi/h\lambda$ ($C2, h2+C4, h4+C6, and h6+ --- C2i-h2i$).

[0030] And by changing the above-mentioned phase coefficient C 2, the chromatic aberration over paraxial-refractive power and criteria wavelength is controlled. Moreover, the multiplier of the high order term after the phase coefficient C 4 is controlling chromatic aberration over criteria wavelength according to change of beam-of-light quantity at the same time it acquires the effectiveness which was similar with the aspheric surface in the refractive-power change to change of the beam-of-light incidence quantity of a diffracted-light study component side.

[0031] When the secondary [about] focal distance of C22 and the whole system of the 1st lens is set [a phase multiplier] to f_2 for C21 and the secondary phase multiplier of the 2nd lens in this invention $1.0 \times 10^{-3} \times C21, f_12+C22$, and f_22 $1/f_2 < 2.0 \times 10^{-2} --- (2)$,

It is good to consider as *****.

[0032] If the minimum of conditional expression is exceeded, amending [of chromatic aberration] will become inadequate, if an upper limit is exceeded conversely, it will become superfluous and chromatic aberration will get worse on the contrary.

[0033] A diffracted-light study component side may be established into the 2nd lens like the numerical example 2, and if it prepares in both the 1st and 2 lenses like the numerical example 3, aberration can amend it good further. Moreover, if a plastic lens is used like the numerical example 4, lightweight-ization of the whole optical system can be attained.

[0034] Next, the numerical example of the converter lens of this invention and taking-lens [equipped with it] M is shown. a numerical example — setting — r_i — a body side — order — the i -th lens thickness and air spacing, and n_i and n_{ui} are the radius of curvatures of the i -th lens side, and d_i is the refractive index and the Abbe number of glass of the i -th lens in order from an each body side in a body side. Moreover, the above-mentioned monograph affair type and the relation of a numerical example are shown in Table -1.

[0035] The aspheric surface configuration is expressed with the becoming formula, when the travelling direction of a Y-axis and light was made forward to the X-axis, the optical axis, and the perpendicular direction in the direction of an optical axis, R is made into paraxial radius of curvature and it makes K, B, C, D, E, and F an aspheric surface multiplier respectively. Moreover, "D-0X" means "10-X."

[0036]

[Equation 1]

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

Example 1 1.33 times $r_1 = 40.871$ $d_1 = 9.50$ $n_1 = 1.51633$ $n_{u1} = 64.2$ * $r_2 = -125.482$ $d_2 = 9.53$ $r_3 = -59.831$ $d_3 = 1.80$ $n_2 = 1.51633$ $n_{u2} = 64.2$ $r_4 = 38.376$ r 2 Field (diffraction side) $C_2 = -1.32663 \times 10^{-4}$ $C_4 = -2.62248 \times 10^{-8}$ An example 2 1.29 times $r_1 = 41.203$ $d_1 = 9.50$ $n_1 = 1.48749$ $n_{u1} = 70.2$ $r_2 = -83.303$ $d_2 = 7.97$ * $r_3 = -50.684$ $d_3 = 1.80$ $n_2 = 1.51633$ $n_{u2} = 64.2$ $r_4 = 42.850$ r 3 Field (diffraction side) $C_2 = -7.90734 \times 10^{-5}$ $C_4 = -7.79424 \times 10^{-8}$ An example 3 1.75 times $r_1 = 38.506$ $d_1 = 12.00$ $n_1 = 1.51633$ $n_{u1} = 64.2$ * $r_2 = -2033.783$ $d_2 = 20.77$ * $r_3 = -103.091$ $d_3 = 1.80$ $n_2 = 1.69680$ $n_{u2} = 55.5$ $r_4 = 42.144$ r 2 Field (diffraction side) $C_2 = -7.83985 \times 10^{-4}$ $C_4 = 2.29230 \times 10^{-7}$ r 3 Field (diffraction side) $C_2 = 1.42721 \times 10^{-3}$ $C_4 = -1.10013 \times 10^{-6}$ An example 4 1.33 times $r_1 = 39.458$ $d_1 = 9.50$ $n_1 = 1.49171$ $n_{u1} = 57.4$ * $r_2 = -115.271$ $d_2 = 9.52$ $r_3 = -55.654$ $d_3 = 1.80$ $n_2 = 1.49171$ $n_{u2} = 57.4$ $r_4 = 37.122$ r 2 Field (diffraction side) $C_2 = -1.50965 \times 10^{-4}$ $C_4 = -3.11922 \times 10^{-8}$ Main lens system $f = 64.09166$ $r_1 = 48.324$ $d_1 = 1.30$ $n_1 = 1.84666$ $n_{u1} = 23.8$ $r_2 = 25.164$ $d_2 = 5.70$ $n_2 = 1.60311$ $n_{u2} = 60.6$ $r_3 = -210.564$ $d_3 = 0.17$ $r_4 = 21.166$ $d_4 = 3.10$ $n_3 = 1.69680$ $n_{u3} = 55.5$ $r_5 = 51.698$ $d_5 = 21.33$ $r_6 = 53.276$ $d_6 = 0.65$ $n_4 = 1.77250$ $n_{u4} = 49.6$ $r_7 = 5.383$ $d_7 = 2.65$ $r_8 = -12.927$ $d_8 = 0.60$ $n_5 = 1.69680$ $n_{u5} = 55.5$ $r_9 = 12.927$ $d_9 = 0.85$ $r_{10} = 12.407$ $d_{10} = 1.55$ $n_6 = 1.84666$ $n_{u6} = 23.8$ $r_{11} = 84.497$ $d_{11} = 1.30$ $r_{12} = (** Li)$ $d_{12} = 1.20$ * $r_{13} = 7.654$ $d_{13} = 3.40$ $n_7 = 1.58313$ $n_{u7} = 59.4$ * $r_{14} = 104.107$ $d_{14} = 0.20$ $r_{15} = 10.242$ $d_{15} = 0.60$ $n_8 = 1.84666$ $n_{u8} = 23.8$ $r_{16} = 6.539$ $d_{16} = 1.59$ $r_{17} = 30.954$ $d_{17} = 1.60$ $n_9 = 1.51633$ $n_{u9} = 64.1$ $r_{18} = -30.954$ $d_{18} = 1.70$ $r_{19} = \text{infinity}$ $d_{19} = 7.50$ $r_{20} = 12.613$ $d_{20} = 2.50$ $n_{10} = 1.60311$ $n_{u10} = 60.6$ $r_{21} = -12.613$ $d_{21} = 0.50$ $n_{11} = 1.84666$ $n_{u11} = 23.8$ $r_{22} = -33.464$ $d_{22} = 3.00$ $r_{23} = \text{infinity}$ $d_{23} = 3.69$ $n_{12} = 1.51633$ $n_{u12} = 64.1$ $r_{24} = \text{infinity}$ r_{13} Field (aspheric surface) $K = -2.58314$ $B = -2.58314$ $C = 5.75642 \times 10^{-4}$ $D = -6.74713 \times 10^{-6}$ $E = 7.18668 \times 10^{-8}$ r_{14} Field (aspheric surface) $K = 1.80987 \times 10^2$ $B = 7.32779 \times 10^{-5}$ $C = 4.13717 \times 10^{-6}$ [0037]

[Table 1]

表-1

条件式	(1)	(2)
実施例 1	1.333	5.589×10^{-3}
実施例 2	1.289	1.938×10^{-3}
実施例 3	1.750	1.253×10^{-2}
実施例 4	1.500	6.360×10^{-3}

[0038]

[Effect of the Invention] According to this invention, as mentioned above, it has two lenses, the 1st lens and the 2nd lens, among these a diffraction optical surface can be introduced into at least one lens side, and the converter lens which heightened the amendment effectiveness of the chromatic aberration especially in near a tele edge can be attained by compounding a diffracted-light study-operation and the achromatism effectiveness of refractive media.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The explanatory view when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 2] The aberration Fig. when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 3] The aberration Fig. when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 4] The aberration Fig. when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 5] The aberration Fig. when equipping the method of the optical-axis kickback of a taking lens with the converter lens of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 6] The explanatory view of the diffracted-light study component concerning this invention

[Drawing 7] The explanatory view of the wavelength dependence property of the diffracted-light study component concerning this invention

[Drawing 8] The explanatory view of the diffracted-light study component concerning this invention

[Drawing 9] The explanatory view of the wavelength dependence property of the diffracted-light study component concerning this invention

[Drawing 10] The explanatory view of the diffracted-light study component concerning this invention

[Description of Notations]

C Converter lens

M Taking lens

L1 The 1st lens

L2 The 2nd lens

d d line

g g line

deltaS Sagittal image surface

deltaM Meridional image surface

[Translation done.]

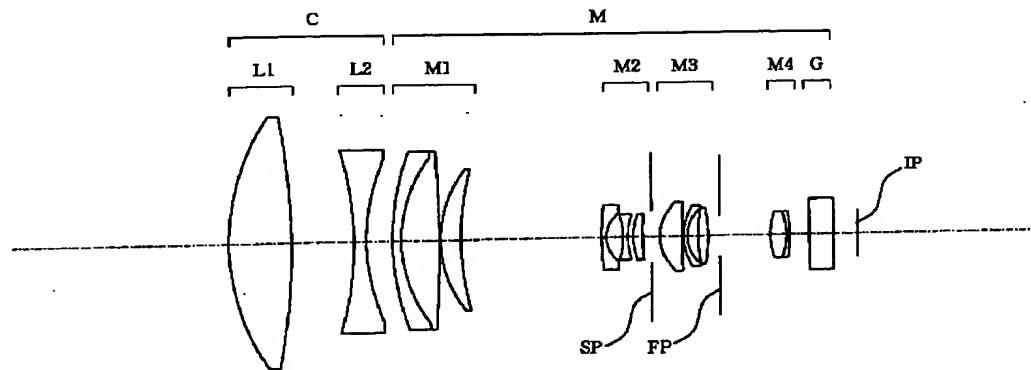
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

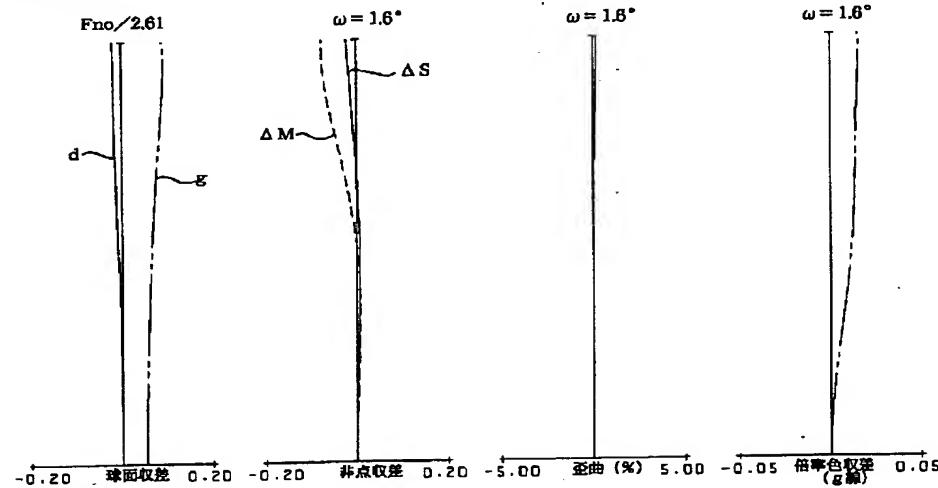
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

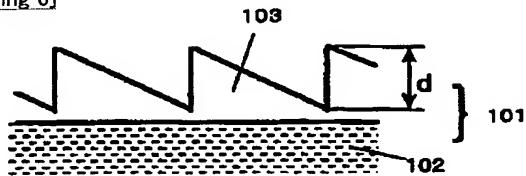
[Drawing 1]



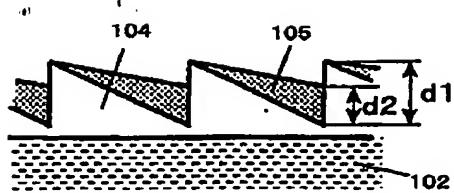
[Drawing 2]



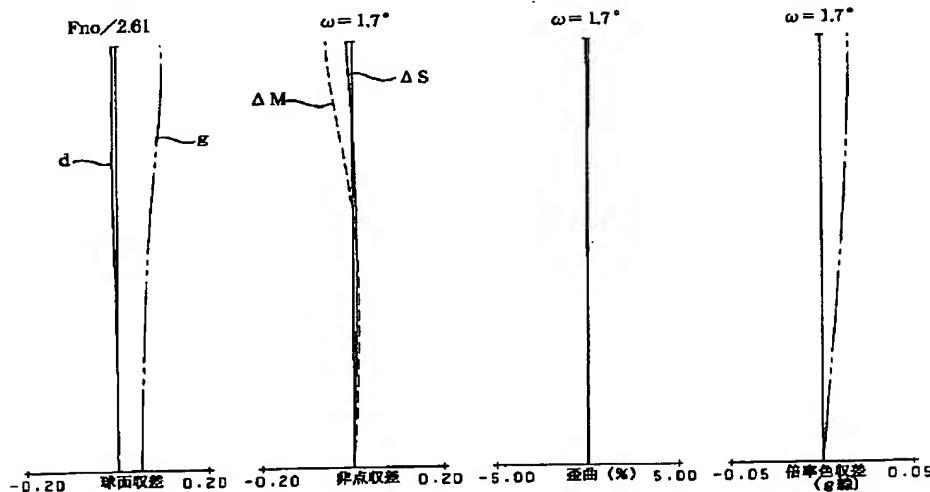
[Drawing 6]



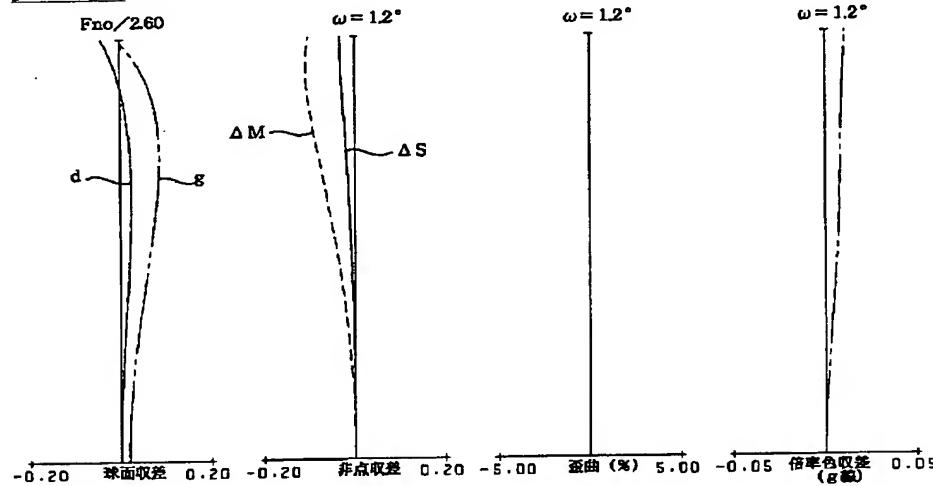
[Drawing 8]



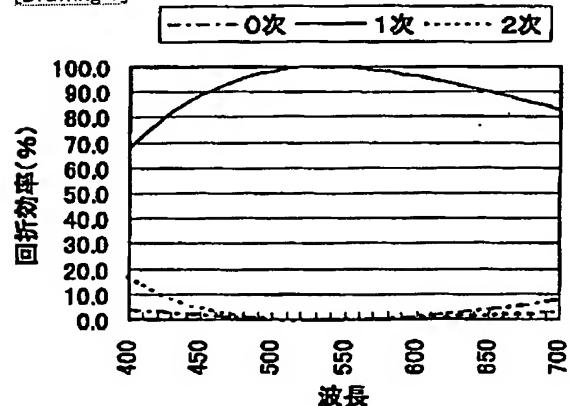
[Drawing 3]



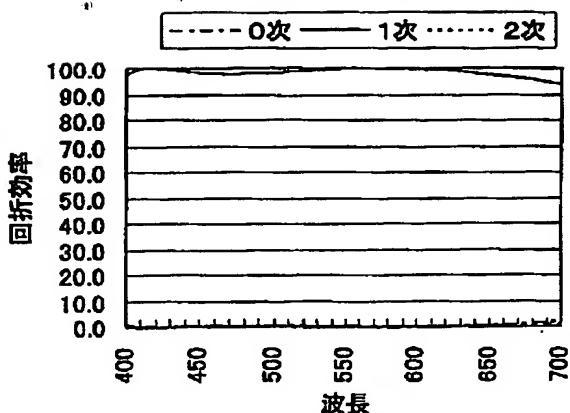
[Drawing 4]



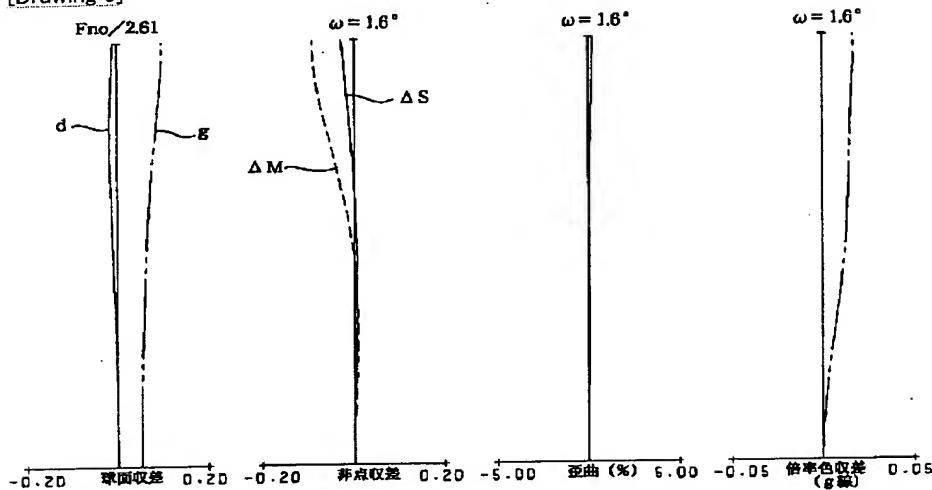
[Drawing 7]



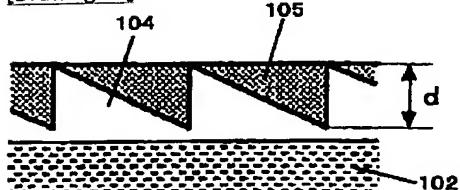
[Drawing 9]



[Drawing 5]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-171708
(P2000-171708A)

(43)公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51)Int.Cl.
G 0 2 B 15/06

識別記号

F I
G 0 2 B 15/06

テーマコード(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全8頁)

(21)出願番号 特願平10-368541

(22)出願日 平成10年12月9日 (1998.12.9)

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 浜野 博之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(74)代理人 100086818
弁理士 高梨 幸雄
Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA30 NA14 PA02
PA09 PA11 PA17 PA19 PB02
PB11 PB13 QA02 QA06 QA14
QA17 QA21 QA22 QA25 QA37
QA39 QA41 QA45 RA05 RA12
RA32 RA43 RA46 UA01

(54)【発明の名称】 コンバーターレンズ

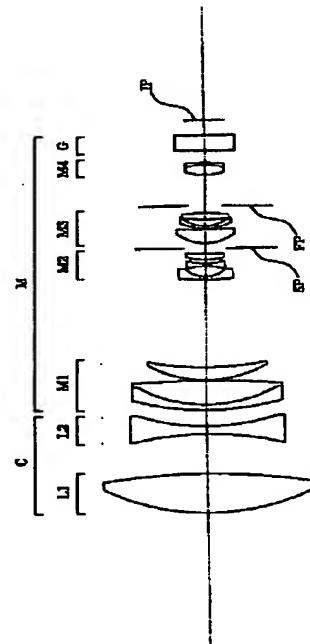
(57)【要約】

【課題】 撮影系の前方に装着して撮影系全体の焦点距離を長い方へ拡大させる色収差が補正されたテレコンバーターを得ること。

【解決手段】 レンズ系の光軸上前方に装着し、レンズ系全体の焦点距離を変化させるコンバーターレンズであって、該コンバーターは正の第1レンズと負の第2レンズの2枚のレンズと、少なくとも1つの回折光学素子面を有し、該第1レンズと第2レンズの焦点距離を各々 f_1 , f_2 とするとき、

$$1.25 < |f_1/f_2| < 2.5$$

なる条件を満足すること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レンズ系の光軸上前方に装着し、レンズ系全体の焦点距離を変化させるコンバーターレンズであって、該コンバーターは正の第1レンズと負の第2レンズの2枚のレンズと、少なくとも1つの回折光学素子面を有し、該第1レンズと第2レンズの焦点距離を各々 f_1, f_2 とするとき、

$$1.25 < |f_1/f_2| < 2.5$$

なる条件を満足することを特徴とするコンバーターレンズ。

【請求項 2】 前記回折光学素子面は光軸に対して回転対称な形状を有することを特徴とする請求項 1 記載のコンバーターレンズ。

【請求項 3】 前記回折光学素子面は正の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のコンバーターレンズ。

【請求項 4】 前記回折光学素子面は前記正の第1レンズに設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のコンバーターレンズ。

【請求項 5】 前記回折光学素子面は負の第2レンズに設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のコンバーターレンズ。

【請求項 6】 前記回折光学素子面は1層あるいは互いに分散の異なる材質よりなる2層以上の構成より成っていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のコンバーターレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レンズ系の前方に装着してレンズ系全体の焦点距離を長い方、又は短い方に変位させるコンバーターレンズに関し、特に従来のコンバーターに対して色収差を大幅に改善したビデオカメラや電子スチルカメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なコンバーターレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、撮影レンズの前方に装着し全系の焦点距離を長焦点距離側に変化させるフロント方式のテレコンバーターレンズ（テレコンバーター）が、例えば特開昭55-32046号公報で提案されている。

【0003】 テレコンバーターは多くの場合、正の屈折力を有する前群と負の屈折力を有する後群の2つのレンズ群を両レンズ群の焦点距離の和だけ主点間隔を隔てて配置し、全系としてアフォーカル系を構成している。従って最も簡単なレンズ系としては正と負の屈折力の2枚のレンズで構成することができる。しかしながら高い光学性能を得る為には収差補正上、2枚のレンズの構成では困難である。

【0004】 一方、色収差の発生を抑制する方法として近年、回折光学素子を撮像光学系に応用する提案がなされている。例えば、特開平4-213421号公報では回折光学

素子を応用することで色収差の低減を図った狭視野望遠鏡を開示している。又、特開平7-311346号公報ではアフォーカルの望遠鏡に回折光学素子面を応用したズーム望遠鏡を開示している。

【0005】 この他、特開平6-324262号公報では、少なくとも1枚の正の屈折力を持った回折光学素子と、少なくとも1枚の正の屈折力を持った屈折光学素子と、少なくとも1枚の負の屈折力を持った屈折光学素子より構成されたFナンバーF2.8程度の色収差が比較的良好に補正された望遠レンズを開示している。又、特開平6-331887号公報も同様に、回折光学素子と屈折光学素子を組み合わせ、色収差が比較的良好に補正されたFナンバーF2.8程度の望遠レンズを開示している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 テレコンバーターにおいてアフォーカル倍率を上げつつ光学系を小型化する為には、各レンズ群の屈折力を強める必要があるが、この際、各レンズ群で発生する収差を十分に補正することが困難になってくる。

【0007】 本発明は、第1レンズと第2レンズの2つのレンズを有し、このうち少なくとも1つのレンズ面に回折光学面を導入し、回折光学的な作用と屈折系の色消し効果を合成することで、特に望遠端付近における色収差の補正効果を高めたコンバーターレンズの提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のコンバーターレンズは、

(1-1) レンズ系の光軸上前方に装着し、レンズ系全体の焦点距離を変化させるコンバーターレンズであって、該コンバーターは正の第1レンズと負の第2レンズの2枚のレンズと、少なくとも1つの回折光学素子面を有し、該第1レンズと第2レンズの焦点距離を各々 f_1, f_2 とするとき、

$$1.25 < |f_1/f_2| < 2.5 \cdots (1)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0009】 特に、

(1-1-1) 前記回折光学素子面は光軸に対して回転対称な形状を有すること。

(1-1-2) 前記回折光学素子面は正の屈折力を有すること。

(1-1-3) 前記回折光学素子面は前記正の第1レンズに設けられていること。

(1-1-4) 前記回折光学素子面は負の第2レンズに設けられていること。

(1-1-5) 前記回折光学素子面は1層あるいは互いに分散の異なる材質よりなる2層以上の構成より成っていること等を特徴としている。

【0010】

【発明の実施の形態】 図1は本発明の実施形態1のコン

バーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの要部概略図である。同図において、Cはコンバーターレンズ(コンバーター)、Mは撮影レンズであり、ズームレンズより成っている。尚、撮影レンズMは単一焦点距離のレンズ系であっても良い。

【0011】本実施形態のコンバーターレンズCは、撮影レンズMの光軸上前方に装着して全系の焦点距離を長い方へ変位させるテレコンバーターレンズとしての光学作用をしている。コンバーターレンズCは、物体側より順に両レンズ面が凸面の正の屈折力の第1レンズL1と両レンズ面が凹面の負の屈折力の第2レンズL2を有している。撮影レンズMは、物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群M1、変倍機能を有する負の屈折力の第2群M2、正の屈折力の第3群M3、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群M4の4つのレンズ群を有している。SPは絞り、FPはフレア絞り、Gはフィルター等のガラスブロック、IPは像面である。

【0012】本実施形態のコンバーターCは、第1レンズL1と第2レンズL2の主点間隔を第1レンズL1と第2レンズL2の焦点距離の和に略等しくしており、これにより全体として略アフォーカル系を構成している。

【0013】本実施形態では、第1レンズ、又は第2レンズのうち少なくとも1つのレンズ面に光軸に対して回転対称な回折光学素子面を導入することで、特に撮影レンズとしてズームレンズを用いたときに、望遠端で大きく発生する軸上色収差を効果的に補正している。

【0014】本実施形態では、このような回折光学素子面を屈折面と併用すると回折面と屈折面では同符号の屈折力でもある基準波長に対する色収差の出方が逆方向である為、屈折面で発生する色収差を補正することができる。又、このような回折光学素子面は大きな異常分散性を有している為、2次スペクトルの補正に関しても通常ガラスよりも大きな効果を持っている。

【0015】一般に、テレコンバーターを主レンズ系の前方に配置したとき、望遠端においてはかなり色収差、特に軸上色収差が大きくなるが、本発明では正の屈折力を有する回折光学素子面を導入することで、特に従来のテレコンバーターで大きく発生する色収差を効果的に補正している。

【0016】そして、第1レンズの焦点距離f1と第2レンズの焦点距離f2の比が、前述の条件式(1)を満足するようにしている。条件式(1)の下限以下では、テレコンバーターとしての倍率が小さく回折光学素子を導入する程の必要性がなく、逆に上限を超えると球面収差等の他の収差の補正が困難になる。

【0017】本実施形態では、カメラの撮影レンズに適用した場合を示したが、これに限定するものではなく、ビデオカメラの撮影レンズ、事務機のイメージスキャナ

ーやデジタル複写機のリーダーレンズ等に使用しても同様の効果が得られる。

【0018】回折光学素子面の格子形状は、その周期をP、波長をλ、回折次数をmとすると、入射光線を

$$P \sin \theta = m \lambda$$

に基づく角度θ方向に回折している。回折光学素子により回折作用を得る為の格子形状の具体的な構造はキノフォーム型、連続的な位相分布を階段状に近似したバイナリ型、微少な周期構造を3角波形状に近似し、構成した鋸歯型等が適用できる。

【0019】本実施形態で用いている回折光学素子の構成としては図6に示す1層のキノフォーム形状の1層構成のものや、図8に示すような格子厚の異なる(又は同一の)2つの層を積層した2層構成のもの等が適用可能である。

【0020】図7は図6に示す回折光学素子101の1次回折光の回折効率の波長依存特性である。実際の回折光学素子101の構成は、基材102の表面に紫外線硬化樹脂を塗布し、樹脂部に波長530nmで1次回折光の回折効率が100%となるような格子厚dの層103を形成している。

【0021】図7で明らかなように設計次数の回折効率は最適化した波長530nmから離れるに従って低下し、一方設計次数近傍の次数の0次回折光と2次回折光の回折効率が増大している。その設計次数以外の回折光の増加はフレアとなり、光学系の解像度の低下につながる。

【0022】図8に示す2つの層104、105を積層した積層型の回折光学素子の1次回折光の回折効率の波長依存特性を図9に示す。

【0023】図8では基材102上に紫外線硬化樹脂($n_d = 1.499$, $\nu_d = 54$)からなる第1層104を形成し、その上に別の紫外線硬化樹脂($n_d = 1.598$, $\nu_d = 28$)からなる第2層105を形成している。この材質の組み合わせでは、第1層104の格子厚d1は $d_1 = 18.8 \mu m$ 、第2の層105の格子厚d2は $d_2 = 10.5 \mu m$ としている。

【0024】図9から分かるように積層構造の回折光学素子にすることで、設計次数の回折効率は、使用波長全域で95%以上の高い回折効率を有している。

【0025】なお、前述の積層構造の回折光学素子として、材質を紫外線硬化樹脂に限定するものではなく、他のプラスチック材等も使用できるし、基材によっては第1の層104を直接基材に形成しても良い。また各格子厚が必ずしも異なる必要はなく、材料の組み合わせによっては図10に示すように2つの層104と105の格子厚を等しくしても良い。

【0026】この場合は、回折光学素子の表面に格子形状が形成されないので、防塵性に優れ、回折光学素子の組立作業性を向上させることができる。

【0027】以上のように、本実施形態では第1レンズと第2レンズの少なくとも1つのレンズ面に光軸に対して回転対称の回折光学素子を設け、その位相を適切に設定し、これにより第1レンズと第2レンズで発生する色収差を低減している。

【0028】本実施形態における回折光学素子は、ホログラフィック光学素子(HOE)の製作手法であるリソグラフィック手法で2層的に製作している。回折光学素子はバイナリーオプティックス(BINARY OPTICS)で製作しても良い。この場合、更に回折効率を上げるためにキノフォームと呼ばれる蝶状の形状にしても良い。またこれらの方法で製作した方によって成型により製造しても良い。

【0029】また本実施形態における回折光学素子の形

$$1.0 \times 10^{-3} < \sum |C21 \cdot f1^2 + C22 \cdot f2^2| / ft < 2.0 \times 10^{-2} \dots (2)$$
 の範囲とするのが良い。

【0032】条件式の下限を超えると色収差の補正が不十分となり、逆に上限を超えると過剰になってかえって色収差が悪化する。

【0033】回折光学素子面は、数値実施例2のように第2レンズ中に設けても良いし、数値実施例3のように第1、2レンズの両方に設けると更に収差が良好に補正できる。又、数値実施例4のようにプラスチックレンズを用いると光学系全体の軽量化を達成できる。

【0034】次に本発明のコンバーターレンズとそれを装着した撮影レンズMの数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第i番目のレンズ厚及び

実施例1 1.33倍

$r_1 = 40.871$	$d_1 = 9.50$	$n_1 = 1.51633$	$\nu_1 = 64.2$
$*r_2 = -125.482$	$d_2 = 9.53$		
$r_3 = -59.831$	$d_3 = 1.80$	$n_2 = 1.51633$	$\nu_2 = 64.2$
$r_4 = 38.376$			

r_2 面(回折面) $C2 = -1.32663 \times 10^{-4}$ $C4 = -2.62248 \times 10^{-8}$

実施例2 1.29倍

$r_1 = 41.203$	$d_1 = 9.50$	$n_1 = 1.48749$	$\nu_1 = 70.2$
$r_2 = -83.303$	$d_2 = 7.97$		
$*r_3 = -50.684$	$d_3 = 1.80$	$n_2 = 1.51633$	$\nu_2 = 64.2$
$r_4 = 42.850$			

r_3 面(回折面) $C2 = -7.90734 \times 10^{-6}$ $C4 = -7.79424 \times 10^{-8}$

実施例3 1.75倍

$r_1 = 38.506$	$d_1 = 12.00$	$n_1 = 1.51633$	$\nu_1 = 64.2$
$*r_2 = -2033.783$	$d_2 = 20.77$		
$*r_3 = -103.091$	$d_3 = 1.80$	$n_2 = 1.69680$	$\nu_2 = 55.5$
$r_4 = 42.144$			

r_2 面(回折面) $C2 = -7.83985 \times 10^{-4}$ $C4 = 2.29230 \times 10^{-7}$

r_3 面(回折面) $C2 = 1.42721 \times 10^{-3}$ $C4 = -1.10013 \times 10^{-6}$

実施例4 1.33倍

$r_1 = 39.458$	$d_1 = 9.50$	$n_1 = 1.49171$	$\nu_1 = 57.4$
$*r_2 = -115.271$	$d_2 = 9.52$		

状は、位相係数を $C2i$ 基準波長(d線)を λ 、光軸からの距離を h 、位相を $\phi(h)$ としたとき

$$\phi(h) = 2 \pi / \lambda (C2 \cdot h^2 + C4 \cdot h^4 + C6 \cdot h^6 + \dots + C2i \cdot h^{2i})$$

の式で表されるものである。

【0030】そして前述の位相係数 $C2$ を変化させることにより、近軸的な屈折力及び基準波長に対する色収差をコントロールしている。又、位相係数 $C4$ 以降の高次の項の係数は、回折光学素子面の光線入射高の変化に対する屈折力変化を非球面と類似した効果を得ると同時に、光線高の変化に応じて基準波長に対する色収差のコントロールをしている。

【0031】本発明においては、第1レンズの2次位相係数を $C21$ 、第2レンズの2次の位相係数を $C22$ 、全系の焦点距離を f_t としたとき、

$$1 / f_t < 2.0 \times 10^{-2} \dots (2)$$

空気間隔、 n_i と ν_i は各々物体側より順に第i番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。又、前述の各条件式と数値実施例の関係を表-1に示す。

【0035】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にY軸、光の進行方向を正としRを近軸曲率半径、K, B, C, D, E, Fを各々非球面係数としたとき、なる式で表している。又「D=0X」は「 10^{-x} 」を意味している。

【0036】

【数1】

$$x = \frac{(1/R)^2}{1 + \sqrt{1 - (1 - K)(1 + R^2)^2 + B R^4 + C R^6 + D R^8 + E R^{10} + F R^{12}}}$$

r 3= -55.654 d 3= 1.80 n 2= 1.49171 v 2= 57.4
r 4= 37.122
r 2 面(回折面) C2=-1.50965×10⁻⁴ C4=-3.11922×10⁻⁶

主レンズ系 f=64.09166
r 1= 48.324 d 1= 1.30 n 1= 1.84666 v 1= 23.8
r 2= 25.164 d 2= 5.70 n 2= 1.60311 v 2= 60.6
r 3= -210.564 d 3= 0.17
r 4= 21.166 d 4= 3.10 n 3= 1.69680 v 3= 55.5
r 5= 51.698 d 5= 21.33
r 6= 53.276 d 6= 0.65 n 4= 1.77250 v 4= 49.6
r 7= 5.383 d 7= 2.65
r 8= -12.927 d 8= 0.60 n 5= 1.69680 v 5= 55.5
r 9= 12.927 d 9= 0.85
r 10= 12.407 d 10= 1.55 n 6= 1.84666 v 6= 23.8
r 11= 84.497 d 11= 1.30
r 12=(紋り) d 12= 1.20
*r 13= 7.654 d 13= 3.40 n 7= 1.58313 v 7= 59.4
*r 14= 104.107 d 14= 0.20
r 15= 10.242 d 15= 0.60 n 8= 1.84666 v 8= 23.8
r 16= 6.539 d 16= 1.59
r 17= 30.954 d 17= 1.60 n 9= 1.51633 v 9= 64.1
r 18= -30.954 d 18= 1.70
r 19= ∞ d 19= 7.50
r 20= 12.613 d 20= 2.50 n 10= 1.60311 v 10= 60.6
r 21= -12.613 d 21= 0.50 n 11= 1.84666 v 11= 23.8
r 22= -33.464 d 22= 3.00
r 23= ∞ d 23= 3.69 n 12= 1.51633 v 12= 64.1
r 24= ∞
r 13 面(非球面) K=-2.58314 B=-2.58314 C= 5.75642×10⁻⁴
D=-6.74713×10⁻⁶ E= 7.18668×10⁻⁶
r 14 面(非球面) K= 1.80987×10² B= 7.32779×10⁻⁶
C=-4.13717×10⁻⁶

【0037】

【表1】

表-1

条件式	(1)	(2)
実施例 1	1.833	5.689×10 ⁻³
実施例 2	1.289	1.938×10 ⁻³
実施例 3	1.750	1.253×10 ⁻²
実施例 4	1.500	6.360×10 ⁻³

【0038】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、第1レンズと第2レンズの2つのレンズを有し、このうち少なくとも1つのレンズ面に回折光学面を導入し、回折光学的な作用と屈折系の色消し効果を合成することで、特に望遠端付近における色収差の補正効果を高めたコンバーターレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の数値実施例1のコンバーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの説明図

【図2】 本発明の数値実施例1のコンバーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの収差図

【図3】 本発明の数値実施例2のコンバーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの収差図

【図4】 本発明の数値実施例3のコンバーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの収差図

【図5】 本発明の数値実施例4のコンバーターレンズを撮影レンズの光軸上前方に装着したときの収差図

【図6】 本発明に係る回折光学素子の説明図

【図7】 本発明に係る回折光学素子の波長依存特性の説明図

【図8】 本発明に係る回折光学素子の説明図

【図9】 本発明に係る回折光学素子の波長依存特性の説明図

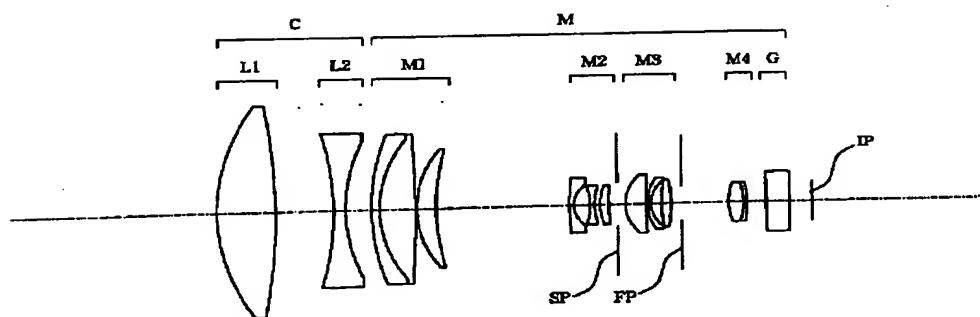
【図10】 本発明に係る回折光学素子の説明図

【符号の説明】

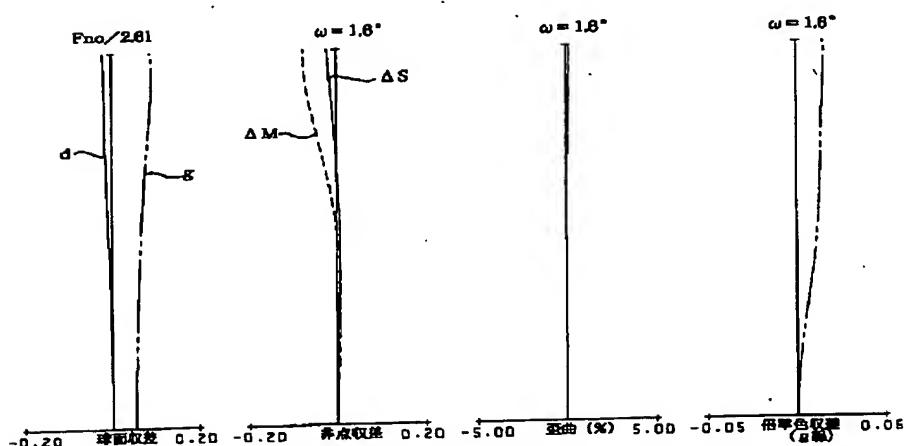
C コンバーターレンズ
M 撮影レンズ
L1 第1レンズ
L2 第2レンズ

d d線
g g線
ΔS サジタル像面
ΔM メリディオナル像面

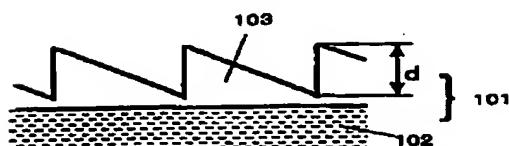
【図 1】



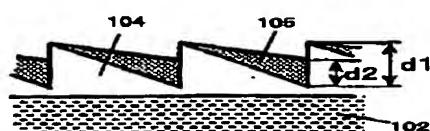
【図 2】



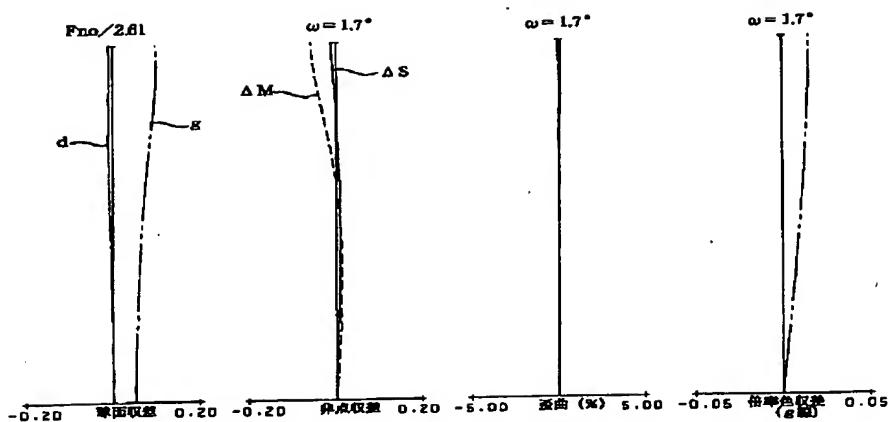
【図 6】



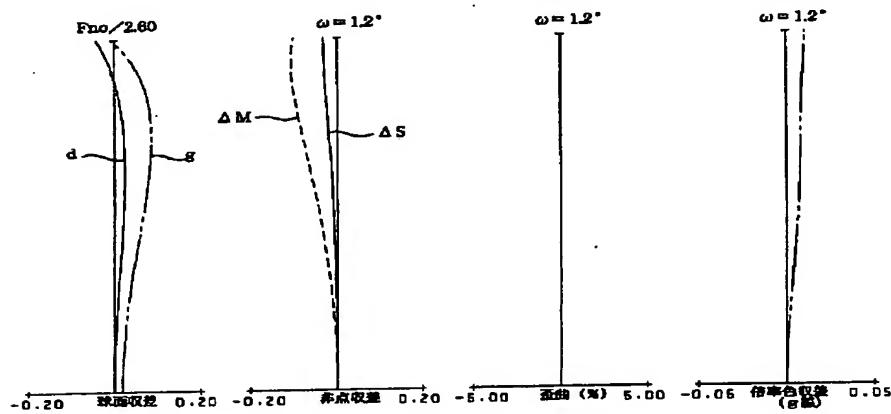
【図 8】



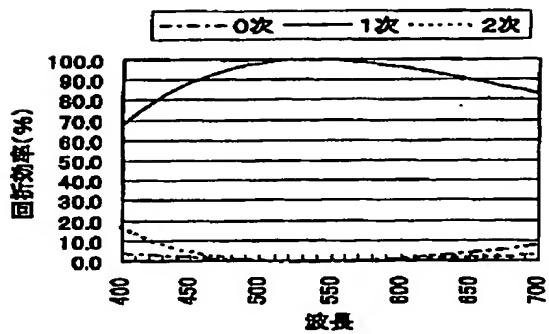
【図 3】



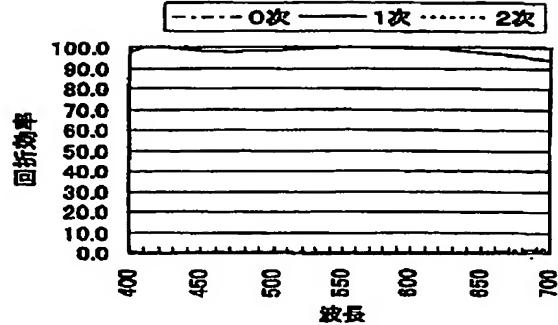
【図 4】



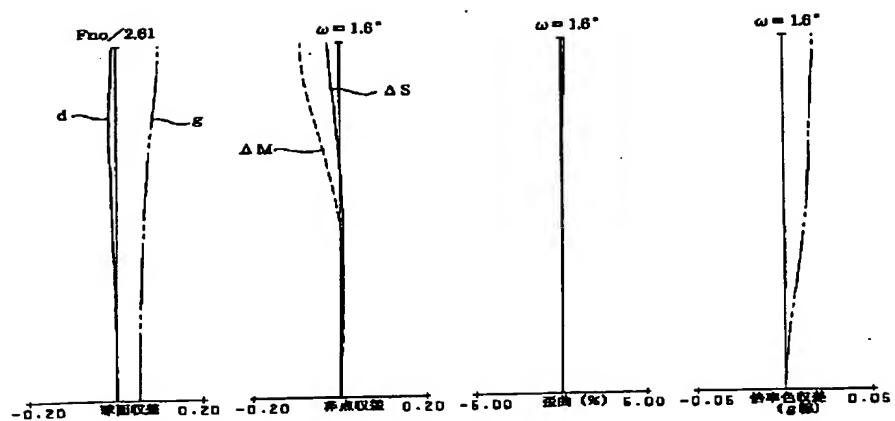
【図 7】



【図 9】



【図 5】



【図 10】

